

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-227967

(43) 公開日 平成7年(1995)8月29日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J 2/05			B 4 1 J 3/ 04	1 0 3 B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平6-21060	(71) 出願人	000005094 日立工機株式会社 東京都千代田区大手町二丁目6番2号
(22) 出願日	平成6年(1994)2月18日	(72) 発明者	三谷 正男 茨城県勝田市武田1060番地 日立工機株式 会社内
		(72) 発明者	山田 健二 茨城県勝田市武田1060番地 日立工機株式 会社内
		(72) 発明者	清水 一夫 茨城県勝田市武田1060番地 日立工機株式 会社内

最終頁に続く

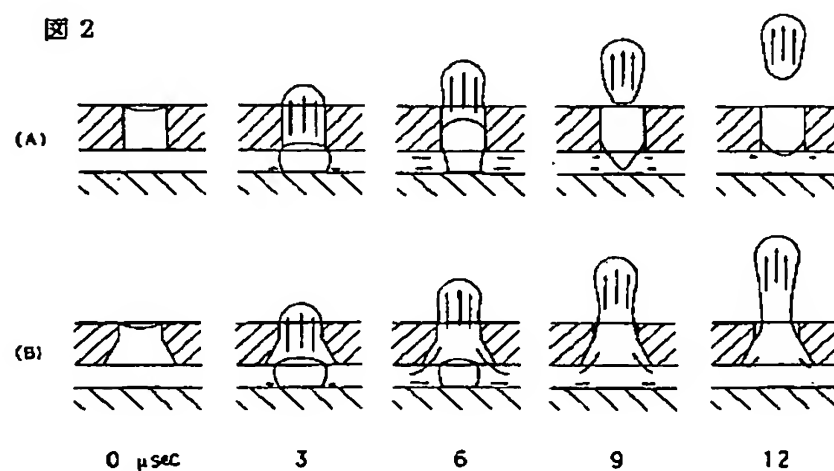
(54) 【発明の名称】 インク噴射記録装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明はパルス加熱によってインク液滴を記録媒体に向けて飛翔させる方式のインク噴射記録装置に関するもので、特にサブドロップ等の発生を抑止して印字品質を向上させることを目的とする。

【構成】 インク吐出口近傍に設けられた発熱抵抗体によってインク液路中のインクの一部を急速に気化させ、この気泡の膨張力によって前記吐出口から液滴状インクを吐出させて記録するインク噴射記録装置において、上記インク液路中のインクを上記気泡によって吐出口側のインクとインク供給液路側のインクとに分断させると共に、該残留側インクが上記発熱抵抗体上に再流入した時には、該発熱抵抗体が該流入インクを再気化させることのない温度にまで冷却される。

図 2



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 インク吐出口近傍に設けられた発熱抵抗体にパルス通電することによってインク液路中のインクの一部を急速に気化させ、この気泡の膨張力によって前記吐出口から液滴状インクを吐出させて記録するインク噴射記録装置において、上記インク液路中のインクを上記気泡によって吐出側インクと残留側インクとに分断させると共に、該残留側インクが上記発熱抵抗体上に再流入した時には、該発熱抵抗体が該流入インクを再気化させることのない温度にまで冷却されていることを特徴とするインク噴射記録装置。

【請求項2】 インク吐出口近傍に設けられた保護層のない発熱抵抗体に $3\mu\text{S}$ 以下のパルス幅の電圧を印加することによって、インク液路中のインクの一部にゆらぎ核沸騰を起させ、この気泡の膨張力によって前記吐出口から液滴状インクを吐出させて記録するインク噴射記録装置において、上記インク液路中のインクを上記気泡によって吐出側インクと残留側インクとに分断させると共に、該残留側インクが上記発熱抵抗体上に再流入した時には、該発熱抵抗体が該流入インクを再気化させることのない温度にまで冷却されていることを特徴とするインク噴射記録装置。

【請求項3】 前記インク液路の高さが $30\mu\text{m}$ よりも低く、該インク液路の壁の位置がその底面に配置されている発熱抵抗体の縁より $5\mu\text{m}$ 以上離れていないことを特徴とする請求項1及び2記載のインク噴射記録装置。

【請求項4】 インク吐出方向が発熱抵抗体面と垂直またはほぼ垂直であるインク噴射記録装置において、インク供給側の該吐出ノズル底の該発熱抵抗体面への垂直投影像が該発熱抵抗体のインク供給側の縁より $5\mu\text{m}$ 以上外側に出ていない構造となっていることを特徴とする請求項1、2及び3記載のインク噴射記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、熱エネルギーを利用してインク液滴を記録媒体に向けて飛翔させる形式の記録装置、いわゆるサーマルインクジェットプリンタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】サーマルインクジェットプリンタに用いられるインク吐出用ヘッドには2つの方式が実用化されている。一つは、インク液路の一つの壁面（基板）上に形成されている発熱抵抗体とインクの吐出方向が平行となっているもの（特開昭54-161935号、特開昭55-27281号、特開昭55-27282号）、他の一つはこれが垂直となっているもの（特開昭54-51837号）である。いずれもパルス加熱によってインクの一部を急速に気化させ、その急激な膨張と収縮によってインク液滴をオリフィスから吐出させることは同じであり、その発熱抵抗体の基本的構成が薄膜抵抗体を多

2

層の保護層で被覆するという点でも同一である（Hewlett Packard Journal, Aug. 1988及び日経メカニカル1992年12月28日号58ページ参照）。

【0003】これに対し本発明者は、実用的には今迄の発熱抵抗体用の薄膜抵抗体から排除することが不可能であったこの多層の保護層を排除できる薄膜抵抗体と導体材料を見出し、熱効率の大幅な改善と印字速度（インク吐出周波数）の大幅な向上を達成し、同時にヘッドの製造工程も大幅に短縮した（特願平5-68257

号）。更にこの保護層の不要な発熱抵抗体の最も効果的な駆動条件を見出し、従来技術では達成不可能な優れた気泡の発生、収縮特性を実現させ、インク吐出の安定化とその繰り返し周波数の更なる向上を図ることができた（特願平5-272451号）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のサーマルインクジェットプリンタにはサブドロップの発生に伴う印字品質の低下という問題があった。しかし、上記した保護層の無い発熱抵抗体によって発生、消滅する気泡と、それがインク液体に与える作用力とを詳細に調べている過程で、サブドロップの発生を完全に抑制できる方法を見出すことができた。

【0005】本発明の目的は、サブドロップの発生しないサーマルインクジェットプリントヘッドを提供し、高品質な印字が可能なサーマルインクジェットプリンタを実現することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的はインク吐出口近傍に設けられた保護層のない発熱抵抗体にパルス通電することによってインク液路中の一部を急速に気化させ、この気泡の膨張力によって前記吐出口から液滴状インクを吐出させて記録するインク噴射記録装置において、上記インク液路中のインクを上記気泡によって吐出側インクと残留側インクとに分断させると共に、該残留側インクが上記発熱抵抗体上に再流入した時には、該発熱抵抗体が該流入インクを再気化させることのない温度にまで冷却されている構成とすることにより達成される。

【0007】また、前記発熱抵抗体が保護層のない発熱抵抗体であり、これに $3\mu\text{s}$ 以下の一定のパルス幅の電圧を印加することによって、前記気化をゆらぎ核沸騰による気化とすることによって、より効果的に達成される。

【0008】あるいは、前記インク液路の高さが $30\mu\text{m}$ よりも低く、該インク液路の壁の位置がその底面に配置されている発熱抵抗体の縁より $5\mu\text{m}$ 以上離れていない構成とすることによって達成される。

【0009】更に、インク吐出方向が発熱抵抗体面と垂直またはほぼ垂直であるインク噴射記録装置において、

50

(3)

3

インク供給側の該吐出ノズル底の該発熱抵抗体面への垂直投影像が該発熱抵抗体のインク供給側の縁より $5\mu\text{m}$ 以上外側に出ていない構造とすることにより達成される。

【0010】

【作用】上記のような構成にすることにより、インク通路中で発生した気泡がインクを吐出側インクと残留側インクとに分断するよう作用するので、吐出インク滴が尾を長く引くことがなくなり、サブドロップに起因していた印字品質の劣化という問題が解消できる。

【0011】

【実施例】図3は、厚さ $400\mu\text{m}$ のSi基板1上に断熱作用を有する厚さ $2\mu\text{m}$ の SiO_2 層2、厚さ $0.1\mu\text{m}$ のCr-Si-SiO合金薄膜抵抗体3及び厚さ $1\mu\text{m}$ のNi配線導体5を積層して形成された、保護層を要しない発熱抵抗体14を示している。該発熱抵抗体は水中並びに水性インク中におけるパルス加熱によっても充分長い寿命を有することが確認されているものである（特願平05-68257号参照）。

【0012】前記発熱抵抗体14を水中6にてパルス加熱し、これによって発生、消滅する気泡をストロボ撮影によって観測した結果を図4に示す。この時の印加パルス幅は $1\mu\text{S}$ 、印加電力は $2.5\text{W}/\text{dot}$ 、パルス繰り返し周波数は 1KHz 、ストロボ撮影でのパルス照明時間は約 $1\mu\text{S}$ 、水6の温度は約 25°C である。ここに見られる気泡の発生は本発明者の特許出願発明（特願平5-272451号）に詳しく記載してある通り、ゆらぎ核沸騰によるものである。

【0013】図4を見て分るように、パルス加熱開始後 $1\mu\text{S}$ で既に $5\sim 10\mu\text{m}$ の高さまで気泡は成長しており、沸騰開始点は $0.5\sim 1\mu\text{S}$ 以下という非常に早い時点であることが分る。また、この気泡はほとんど発熱抵抗体14と同じ面積のまま上方に成長し、四周への成長が極くわずかであること（ $5\sim 10\mu\text{m}$ ）、最も成長した段階でもその高さは約 $30\mu\text{m}$ であることなどが分る。これらは発熱抵抗体14の大きさが違っても変わらない。すなわち、膨張段階での気泡は水に対して垂直方向に強く加圧し、水に $30\mu\text{m}/2\sim 2.5\mu\text{s}=12\sim 15\text{m}/\text{s}$ という高速上昇流を付与する。この時の気泡の平均膨張率（ dv/dt ）/vも $1/2\sim 2.5\mu\text{s}=4\sim 5\times 10^5/\text{s}$ という非常に大きな値となっている。すなわち、ゆらぎ核沸騰の特徴をよく表している。

【0014】一方、この気泡中の蒸気は膨張過程で周りのインクによる冷却と膨張による冷却で急速に冷やされ、最大気泡点での気泡はほぼ真空状態となっており、収縮が始まる。この場合の収縮は等方的な収縮となる筈であるが、前段で説明した高速上昇水流の慣性力によって高さ方向には収縮せず、気泡の四周からの比較的緩慢な収縮となっている。図4に記載の矢印は、この気泡の

4

膨張、収縮の様子から推定した水の流れを示したものである。

【0015】また、図4では従来技術で必ず見られていた気泡収縮に伴うリバウンド現象やヒータの冷却不足による再発泡などは見られない。これらの特性は、本発明者らが既に明らかにしたように、保護層の不要な薄膜抵抗体を短パルス駆動することによって得られるゆらぎ核沸騰に基づくものであり、図5に示すように、これらの特性が印加パルス幅や印加電力を2～3倍の範囲で変えてもほとんど不変であり、また、水性インク中においても同様の特性を示すことを確認している（特願平5-272451号）。

【0016】さて、このゆらぎ核沸騰に基づく気泡のこのような膨張、収縮特性を最も効果的にサーマルインクジェットプリントヘッドに適用できる構成は、発熱抵抗体面がインクの吐出方向と垂直になっている場合であることは容易に理解できよう。その一つの具体的な構成例を図1に示す。図1の（A）は、例えば $h=40\mu\text{m}$ の発熱抵抗体14と、これに対向する位置に $r(=R)=\text{約}40\mu\text{m}\phi$ のインク吐出ノズル8が $t=\text{約}25\mu\text{m}$ の距離だけ離れて組み立てられており、このスペースがインク供給液路9として利用される場合を示している。図1に示されているヘッド（A）とヘッド（B）の違いは、オリフィスプレート7にあげられているインク吐出ノズル8の形状が発熱抵抗体14側に向かって広がっているか否かの違いだけである。オリフィスプレート7の厚さTは約 $50\mu\text{m}$ 、ヘッド（B）の $R=\text{約}80\mu\text{m}\phi$ とした。

【0017】さて、図1に示すヘッドに水を注入し、発熱抵抗体14にパルス幅 $1\mu\text{S}$ 、印加電力 1.6W 、パルス周波数 1KHz のパルス印加を行い、それぞれのノズル8から吐出される水滴の様子をストロボ撮影で観察した。その結果と図4に示す観察結果とを重ね合わせてヘッド内の水の流れを推定した結果を図2に示す。図2（A）は図1（A）のヘッド、（B）は図1の（B）のヘッドに相当する。また、各々、左からパルス印加前、パルス印加開始から3、6、9、 $12\mu\text{S}$ 後のノズル内の様子を示す。

【0018】まず、図2（A）の場合、 $3\mu\text{S}$ 時点で吐出側の液体とインク供給液路9側の液体とは気泡によって完全に分断される。この時点の気泡は既にほぼ真空状態であるので、吐出側の液体とインク供給液路9側の液体は共に約1気圧の圧力で吸引されており、インク供給液路9側の基板1に近い下層の液体は既に気泡を押しつぶす方向に動き始めている。しかし、吐出側の液体はこの時点で約 $12\sim 15\text{m}/\text{s}$ の流速を得ており、1気圧の圧力と $50\mu\text{m}$ 程度の長さのノズルではこの速さをいささかも減ずることができないことは簡単な運動方程式を解くまでもなく分かることである。すなわち、吐出側液体はこの初速度のまま、 $8\sim 9\mu\text{S}$ 時点でノズルから

(4)

5

飛び出す。

【0019】一方、インク供給液路9側液体は1気圧の圧力差で気泡を縮小させる方向に流入するが、吐出側液体がノズルから飛び出す約8 μ S時点でこの圧力差が解消するため、これ以後の液体の流れは急速に減速される。そしてパルス印加前のメニスカス位置まで復帰するのは60～70 μ S後となる。このヘッドでは、印字品質低下の原因となるサブドロップの発生は認められない。

【0020】一方、図2(B)の場合は上記(A)の場合と大幅に異なる動きとなる。すなわち、図2(B)の最大気泡到達時の約3 μ S時点においても吐出側の液体とインク供給液路9側の液体とは繋がっており、吐出側液体に引きずり出されるために長い尾を形成することになる。この尾の長さはノズル形状にも依存するが、最大500 μ mにも達する場合があります、これが飛翔中にいくつかの液滴いわゆるサブドロップとなって印字品質低下の原因となるのである。

【0021】ここに示した実験事実とそれから推定したヘッド内の液体の動きから分かるように、サブドロップの発生を抑止させるには、吐出液体と残留液体をできるだけ早期に分断させることが不可欠となる。勿論、図2(B)のヘッドの場合においても、3～4 μ S時点で繋がる薄層の液体が切れる場合もあり、その液体の粘弾性特性にも依存することは明らかである。更に製造技術的に考えても、ノズルの中心と発熱抵抗体の中心は或る範囲の誤差内にばらついている。従って、図2(A)のタイプのヘッドの場合においてもノズル中心と発熱抵抗体中心が10～15 μ mもずれていると吐出液体は尾を引くことになり、サブドロップを発生してしまう。

【0022】従って、図1に示すノズルの方向が発熱抵抗体面に垂直またはほぼ垂直であるヘッドの場合、確実にサブドロップを発生させない条件は、インク供給液路9の高さが気泡の最大成長高さの30 μ mより低く、ノズル8の下端面の垂直投影像が発熱抵抗体14の縁より5 μ m以上外側に出ないように配置することである。このような構成とすることによって、約12～15m/Sという初速度を付与された吐出液体は確実に残留側液体と分断され、サブドロップが発生することがない。

【0023】一方、液体の吐出方向が発熱抵抗体面と平行なタイプのヘッドでサブドロップが発生しない条件はもう少し簡単である。この場合は、発熱抵抗体が形成されている部分でのインク液路の高さが30 μ m以下で、且つ、インク液路を形成している壁と発熱抵抗体の縁との距離が5 μ m以下となっていればインク液路中のインクを確実に分断させることが可能である。この場合、吐出インクの吐出速度は発熱抵抗体の面積とその部分のインク液路の体積の比に依存している。但し、吐出速度を大きくすることはその反作用も大きくなることを意味し、インクの復帰時間を長くするという欠点が目立つこ

6

とになる。

【0024】なお、本発明に近い先願発明として「前記気泡の内圧が外気圧以下の条件で前記気泡を外気と連通させることを特徴とする液体噴射方法」(特開平4-10940号、他)が出願されている。この先願発明は「気泡の内圧が外気圧以下の条件で前記気泡を外気と連通させたとき、インク供給通路9側の液体と吐出口側の液体がインク通路の一部で繋がれた状態となるようにした」というものであるが、これでは吐出インクが長く尾を引くことになり、本発明のサブドロップの発生防止方法とは根本的に相違している。また、上記連通方式は既に過去において実質的には実施されていた方法なのである。すなわち、特開昭54-161935号には、「発熱体によって液室内のインクをガス化させ、このガスをインク滴と共にインク吐出口より吐出させる」ということが述べられているが、「吐出すべきインク液滴の量に相当する距離を隔てたその後方内面に抵抗体等よりなる筒状の発熱体」をパルス加熱してインク液滴を吐出口から吐出させると、既に詳しく述べたように、インク滴がインク吐出口より吐出される時点の気泡はほぼ真空状態となる。すなわち、特開昭54-161935号の発明者は、自身達のヘッドの吐出口からインク滴が吐出する瞬間の現象を見誤っただけであり、その実体は特開平4-10940号、他に記載されているように「前記気泡の内圧が外気圧以下の条件で前記気泡を外気と連通させ」ていたと思われる。

【0025】いずれにしても、「外気圧以下となった気泡を外気と連通させる」だけでは吐出インクと残留インクを分断させることができない場合も多く、サブドロップの発生を必ずしも防止することができない。例えば図8に示すように、インク供給液路16の高さが40～50 μ mの場合、発熱抵抗体15の幅がインク供給液路16とほとんど同一の場合でも吐出インクは長く尾を引くことになり、サブドロップの発生が認められるのである。勿論、図8に示す3 μ S以降の気泡はほぼ真空状態であることは既に述べた通りである。また図2(A)に示すヘッドの場合、あるいは図7に示すヘッドでそのインク液路の高さが30 μ m以下の場合においても、発熱抵抗体上にインクが流入した時に再発泡する場合は明らかにサブドロップまたは多くのスプラッシュが発生する。すなわち、再発泡させない温度にまで発熱抵抗体を急冷させることは、サブドロップの発生抑止に不可欠な条件となるのである。

【0026】なお、図1に示すヘッドに例えば50 μ m幅のインク液路を形成しても、吐出インク滴の振る舞いが図2と基本的には変わらないことは改めて説明するまでもないであろう。また、これについては以下の実施例で多くの事例を示す。

【0027】〔実施例1〕図6はここで評価したサーマルインクジェットプリントヘッドのうち、インク吐出方

50

(5)

7

向が発熱抵抗面と垂直またはほぼ垂直であるヘッドを示している。ここで、発熱抵抗体14は図3に示す構成であって、且つ $h=40\mu\text{m}$ 、インク供給液路9の幅 $H=50\mu\text{m}$ 、オリフィスプレート7の厚さ $T=50\mu\text{m}$ 、ノズルの吐出径 $r=40\mu\text{m}$ は共通とし、ノズル底の口径 R 、インク供給液路9の高さ（隔壁高さ） t を変えたヘッドをいくつか試作し、これらに水性インクを満たしてインクの吐出実験を行った。サブドロップの発生要因だけを評価するために、発熱抵抗体14にはパルス幅 $1\mu\text{S}$ 、印加電力 1.5W のパルスエネルギーを 1KHz の周期で印加し、一つの吐出口から吐出するインク*

8

*滴を用いて評価した。勿論、この場合の気泡の発生はゆらぎ核沸騰によるものである。また、ヘッドの 1mm 前方を 300mm/S の速さで記録紙に走行させてこれに印字し、印字ドットにサブドロップが付随するかどうかを評価した。これらの実験に使用したノズルは、その中心と発熱抵抗体の中心が $\pm 3\mu\text{m}$ 以内で一致していることを確認している。

【0028】これら一連の実験結果を表1に示す。

【0029】

【表1】

表 1

$t \backslash R$	40 (μm)	50	60	80
20 (μm)	○	○	△	×
30	○	○	△	×
40	△	×	×	—
50	×	×	—	—

○ サブドロップなし

△ わずかにあり

× サブドロップあり

【0030】この結果は先に述べた結果と良く一致しており、水性インクの場合においても吐出口側のインクとインク供給液路側のインクとに分断させることがサブドロップの発生防止に不可欠な条件となることが分かる。また、表1のサブドロップが発生しないヘッドにおいても、パルス幅 $5\mu\text{S}$ 、印加電力 0.6W のパルスエネルギーを 1KHz の周期で印加すると、ゆらぎ核沸騰によるインクの吐出ではあるが、印字ドットの周辺をわずかに汚染することが分かった。これは明らかに再発泡による※30

※再吐出がその原因であり、通常の印字をさせた場合は印字周辺をかなり汚す原因となる。

【0031】〔実施例2〕実施例1のヘッドで、吐出ノズルの中心を発熱抵抗体の中心よりインク供給側に $5\mu\text{m}$ だけずらせたヘッドを作り、実施例1と同一条件でサブドロップの出現の有無を評価した。

【0032】

【表2】

表 2

$t \backslash R$	40 (μm)	50	60	80
20 (μm)	○	○	×	—
30	○	△	×	—
40	×	×	—	—
50	—	—	—	—

○ サブドロップなし

△ わずかにあり

× サブドロップあり

【0033】その結果を表2に示すが、表1の結果とも合わせてまとめると、インク液路の高さは約 $30\mu\text{m}$ 以下であり、且つ、インク供給側の吐出ノズル底の発熱抵抗面への垂直投影像がこの発熱抵抗体のインク供給側の縁より $10\mu\text{m}$ 以上、望ましくは $5\mu\text{m}$ 以上、外側（インク供給側）に出ていない構造とすることがサブドロップ抑制に不可欠な条件と言える。勿論、これに再発泡しないという条件が必要であることは実施例1で述べた通りである。

【0034】〔実施例3〕ここでは発熱抵抗体とインク

吐出方向が平行となる図7のヘッドについての評価結果を述べる。ここで、インク供給液路9の幅 $H=50\mu\text{m}$ 、図3に示す構造の発熱抵抗体14の長さ $l=120\mu\text{m}$ 、発熱抵抗体14の吐出側の縁から吐出口までの長さ $L=80\mu\text{m}$ は一定とし、インク供給液路9の高さ t と発熱抵抗体14の幅 h を変えたヘッドを製作して実施例1と同様の評価実験を行った。発熱抵抗体14へのパルス通電は、パルス幅 $1\mu\text{S}$ 、印加電力は $0.12 \times h(\mu\text{m})\text{W/dot}$ で図5に示す“ゆらぎ核生成条件”を満足するエネルギーを与えた（特願平5-2724

(6)

9

51号参照)。

【0035】これら一連の実験結果を表3に示す。

【0036】

【表3】

表 3

$t \backslash h$	30(μm)	40
20(μm)	Δ	\bigcirc
30	\times	\bigcirc
40	\times	\times
50	—	\times

 \bigcirc サブドロップなし Δ わずかにあり \times サブドロップあり

【0037】またこの構造のヘッドで、発熱抵抗体14がインク隔壁11の一方側に5 μm 偏ったヘッドを製作して評価した結果を表4に示す。

【0038】

【表4】

表 4

$t \backslash h$	30(μm)	40
20(μm)	\times	\bigcirc
30	\times	Δ
40	—	\times
50	—	—

 \bigcirc サブドロップなし Δ わずかにあり \times サブドロップあり

【0039】これらの結果から明らかなように、発泡した気泡がインク供給液路9をほぼ完全にふさぐことができるという条件がサブドロップの発生防止に不可欠であることが分かる。また、インク隔壁11の高さ t が20 μm 以下と非常に低い場合は、発熱抵抗体14の幅が充分広ければ、隔壁から5 μm 以上離れていても気泡の膨張がインク通路をふさぐことができ、サブドロップの発生を防ぐことも可能となる。但し、この場合はインク吐出口の形状が偏平となるためドロップ形状が悪くなり易く、吐出口の幅を少し絞る等の工夫が必要となる。また、このタイプのヘッドの場合においても再発泡は記録紙を汚し易くなることは実施例1、2の場合と同様であった。

【0040】尚、実施例1、2におけるオリフィスプレートの厚さ T を80 μm と厚くしてもサブドロップに関する結果は不変であり、同様に実施例3における L の長さを120 μm と長くしても若干サブドロップが発生し易くなる傾向が認められるが傾向は変わらなかった。

【0041】〔実施例4〕本実施例では、サブドロップの発生抑止にゆらぎ核沸騰が必ずしも不可欠な条件ではなく、重要なのは気泡によってインクを吐出口側のイン

10

クとインク供給液路側のインクとに分断させることであることを示す。勿論、ゆらぎ核沸騰によって発生する気泡を用いることで吐出が安定するのは確かであるが、その差は実施例1のような発熱抵抗体面とインク吐出方向が垂直の場合にはそれほど顕著ではなく、むしろ実施例3のように発熱抵抗体面とインク吐出方向が平行となるヘッドの場合に顕著な差となって現われる。それは、ゆらぎ核沸騰によって現われる微小気泡核の発生がヒータ面全域で均一となっているのに対し、それ以外の均質核沸騰や不均質核沸騰の場合に現われる微小気泡核はヒータ面で不均一に発生するため、その後の気泡の成長に方向性が現われ、これがインク吐出力として作用する方向に大きな影響を与えるからである。但し、気泡としての成長、消滅についてはあまり差は認められない。

【0042】そこで実施例1のヘッドを用い、均質核沸騰または不均質核沸騰ではあるがゆらぎ核沸騰とはならない条件(パルス幅5 μS 、印加電力0.45W)を与えたときのインク吐出状況を観察したところ、吐出のタイミングが遅くなること以外はほとんど表1と同じ結果が得られた。なお、この評価試験でパルス幅を5 μS と長くしたのは、保護層のないヒータの場合、短パルス加熱でゆらぎ核沸騰ではない均質核沸騰または不均質核沸騰を起こさせることが逆に難しいためである。

【0043】このように、本実施例では気泡の発生がゆらぎ核沸騰に起因するものでないとしても、気泡でインクを吐出口側のインクとインク供給液路側のインクとに分断させることによって、インクの吐出の際に発生する尾引き現象やスプラッシュといった不具合を解消できることが実証された。但し、マルチノズルのヘッドを駆動する場合、ノズル間で発熱抵抗体の抵抗値や駆動電源の内部抵抗に差があり、これらを比較的長いパルス幅で駆動すると発熱抵抗体間で昇温速度に差が現われ、沸騰開始時刻にバラツキが現われる。更に、ゆらぎ核沸騰と均質核沸騰、更には不均質核沸騰の間で気泡の成長に若干の差が現われ、初期段階における微小気泡核の発生状態も異なっている。これらは全て僅かながらとはいえ、吐出の安定には不都合な影響を与え、印字品質劣化の原因ともなる。従って、若干の投入エネルギーの増加は必要とはいえ、ゆらぎ核沸騰条件でインクを吐出させるのが最善策となる。

【0044】

【発明の効果】本発明によれば、発生した気泡によって吐出側インクが残留側インクと分断させられるため、吐出インク滴が尾を長く引くことがなくなり、サブドロップに起因していた印字品質の劣化という問題が解消できる。また、発熱抵抗体の温度を急速に冷却させて再発泡を抑えたことにより、追加吐出またはスプラッシュによる記録紙の汚染を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実験に用いたヘッドの断面図。

50

(7)

11

【図2】 図1のヘッドからインクを吐出させた場合のヘッド内部のインクの動きを推定した模式断面図。

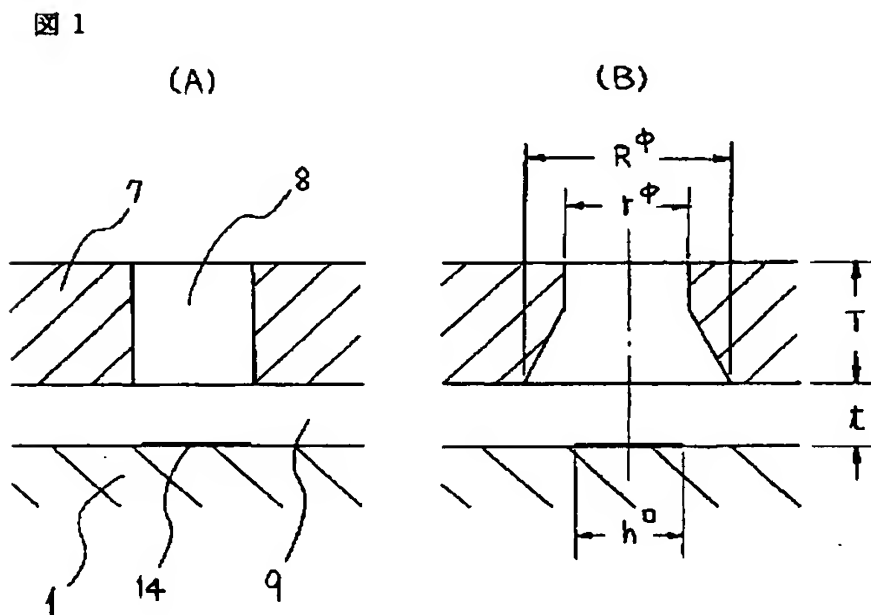
【図3】 本発明の実験に用いた薄膜発熱抵抗体の構造図。

【図4】 図3の発熱抵抗体を水中にてパルス加熱した時の気泡の発生、消滅とそれから推定した水の流れの様子を示す模式断面図。

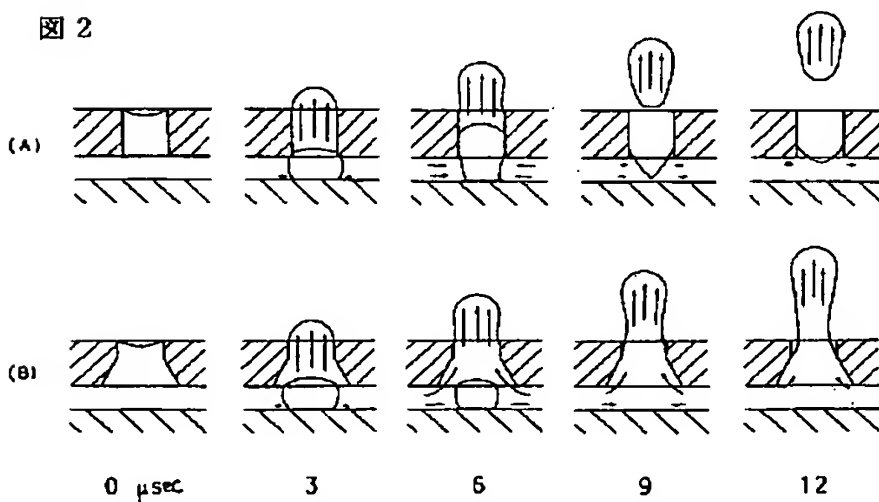
【図5】 図3のヒータを水中にてパルス加熱させたときのゆらぎ核沸騰生成域（実線）と単発泡域（点線）を示すグラフ。

【図6】 本発明の実験に用いた集積化ヘッドの断面図。

【図1】



【図2】



12

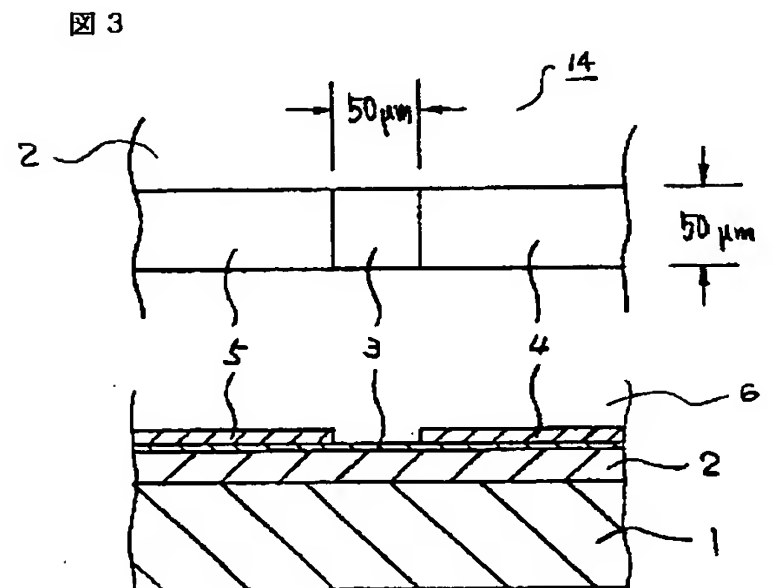
【図7】 本発明の実験に用いた他の集積化ヘッドの断面図。

【図8】 従来のヘッドからインクを吐出させた時のインクの動きを示す断面図。

【符号の説明】

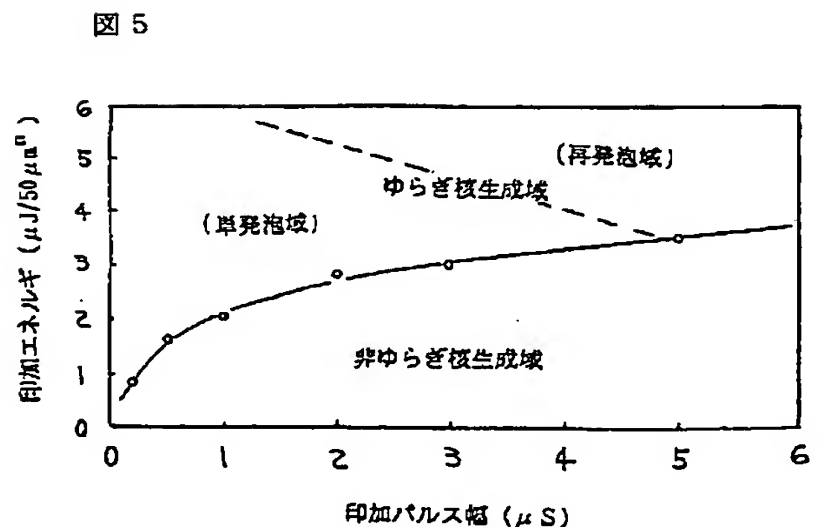
1はSi基板、2はSiO₂層、3はCr-Si-SiO合金薄膜抵抗体、4、5はNi配線導体、6は水、7はオリフィスプレート、8はノズル、9、16はインク供給液路、10は共通インク溝、11はインク隔壁、12はノズル底垂直投影像、13は天板、14、15は発熱抵抗体である。

【図3】



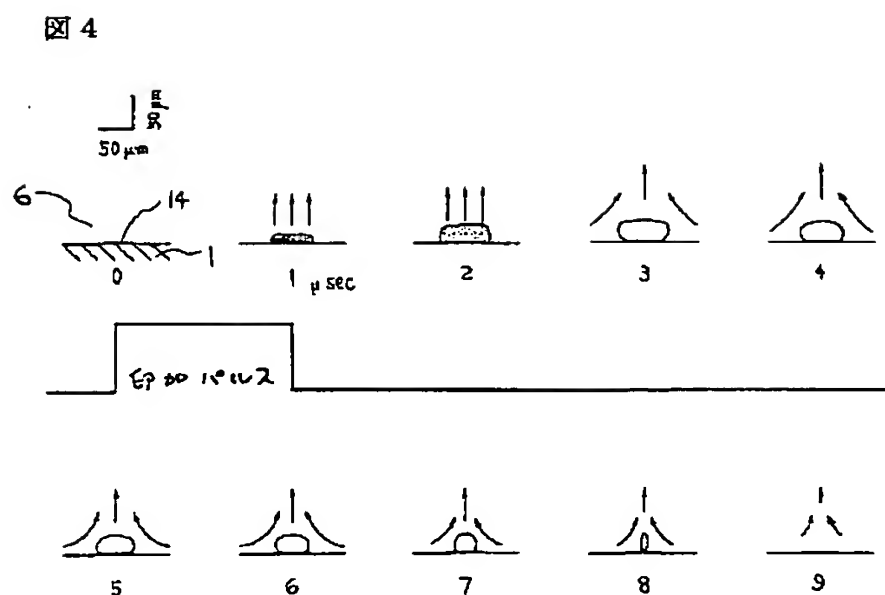
- 1 Si基板 (400 μm^t)
- 2 SiO₂層 (2 μm^t)
- 3 Cr-Si-SiO合金薄膜抵抗体 (0.1 μm^t)
- 4, 5 Ni配線導体 (1 μm^t)
- 6 水
- 14 発熱抵抗体

【図5】

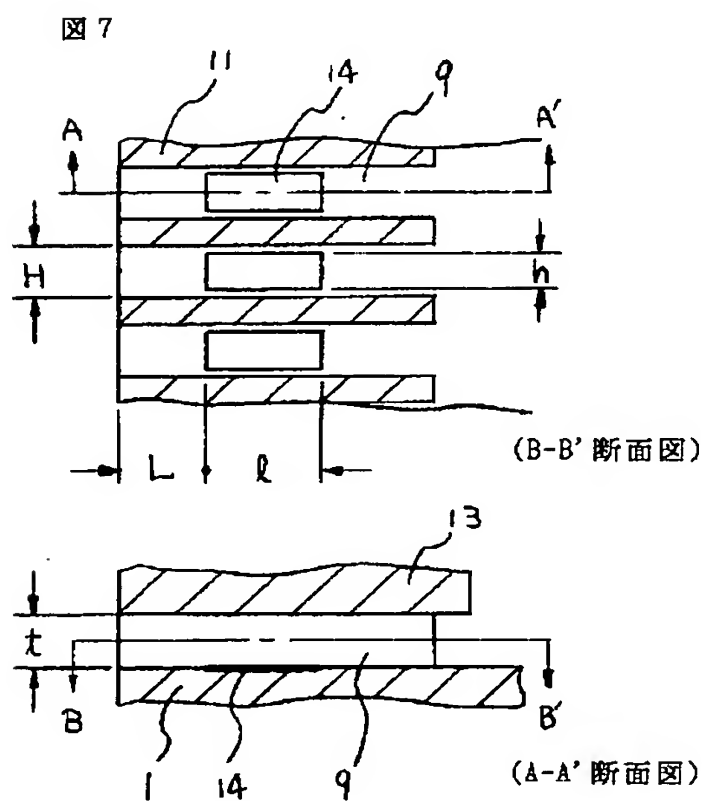


(8)

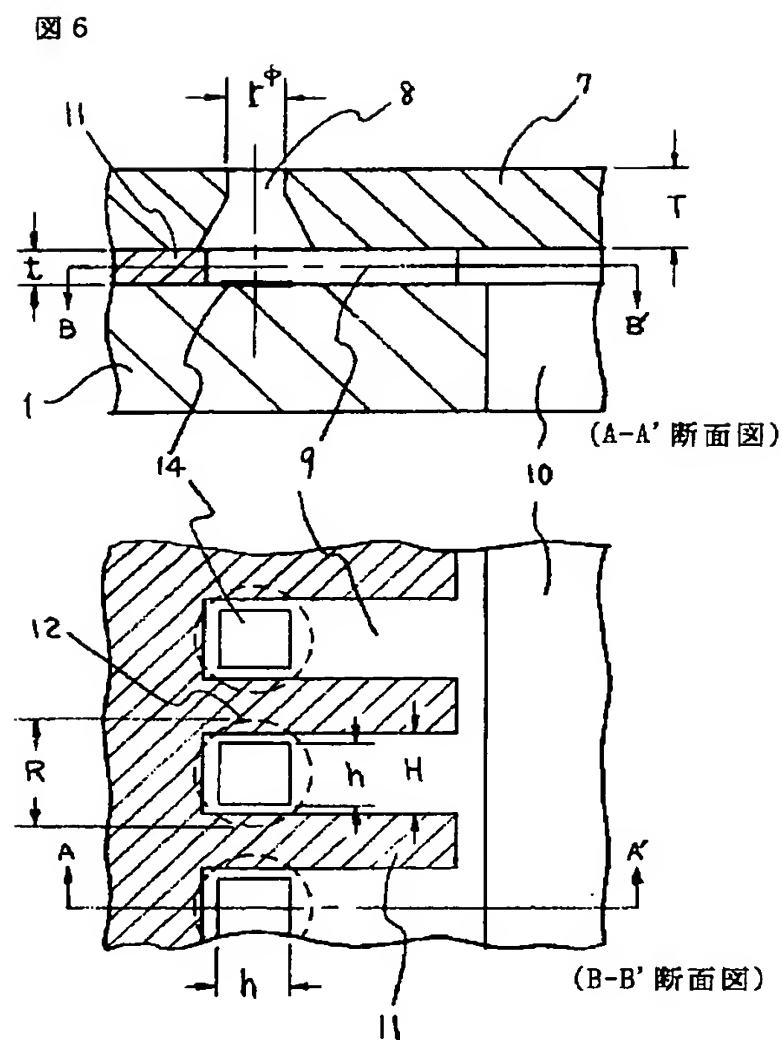
【図4】



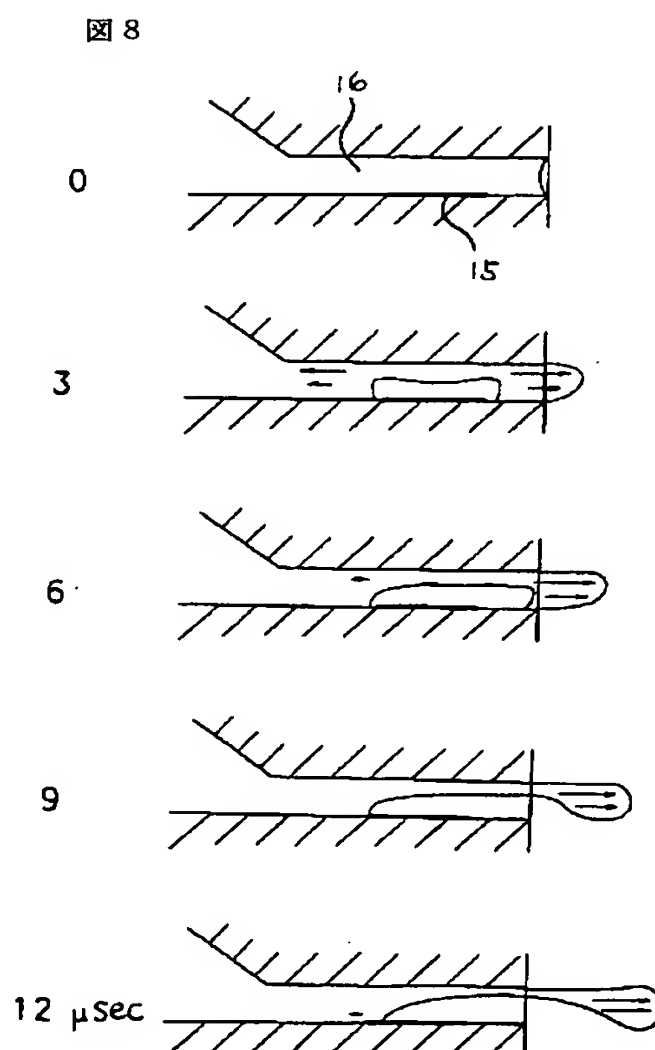
【図7】



【図6】



【図8】



(9)

フロントページの続き

(72) 発明者 町田 治
茨城県勝田市武田1060番地 日立工機株式
会社内